

ESTABLECIMIENTO DE GRAMÓN (*Cynodon dactylon* L. Pers) A PARTIR DE ESTRUCTURAS VEGETATIVAS

F. A. RIZZO y E. H. SATORRE¹

RESUMEN

Aspectos ecofisiológicos relevantes del establecimiento primaveral (brotación y emergencia de vástagos) de *Cynodon dactylon* fueron evaluados en experimentos conducidos bajo condiciones controladas y semicontroladas. La temperatura, la disponibilidad hídrica del suelo, la cantidad de nudos y la profundidad de entierro de los rizomas fueron los aspectos explorados en los experimentos. El porcentaje máximo de yemas brotadas aumentó con la temperatura en todo el rango explorado (8-30°C). La temperatura inferior de las poblaciones, es decir la temperatura por debajo de la cual brotó el 50% de las yemas, aumentó con el número de yemas del fragmento (desde 1 hasta 9 nudos), sugiriendo un menor requerimiento térmico de las estructuras vegetativas de la maleza al estar más fragmentadas. La eficiencia de transferencia de fotoasimilados hacia las nuevas estructuras, durante el proceso de establecimiento de la maleza, varió con la temperatura de incubación y el número de yemas en los rizomas. El potencial hídrico base de brotación resultó cercano a los -13 bares. El agua afectó la dinámica de brotación y de emergencia de vástagos: El tiempo requerido para alcanzar el porcentaje máximo de brotación y de emergencia difirió entre todas las disponibilidades hídricas exploradas en el rango -0.33 y -12.8 bares. Por otra parte, la relación entre el tiempo térmico acumulado necesario para alcanzar el 50% de emergencia de vástagos y la profundidad de entierro (1 a 24 cm), resultó lineal y positiva ($P < 0.05$) hasta los 18 cm de profundidad.

Palabras Clave. *Cynodon dactylon*; brotación; emergencia de vástagos; establecimiento temprano.

EARLY ESTABLISHMENT OF BERMUDAGRASS (*Cynodon dactylon*) FROM VEGETATIVE STRUCTURES

SUMMARY

Ecophysiological attributes of early establishment of *C. dactylon* were evaluated in controlled and partially-controlled experiments. Temperature, soil water availability, number of nodes and depth of burial of rhizomes were the factors explored in the experiments. The percentage of the maximum number of rhizome sprouts increased with temperature in the range 8 -30 °C. The inferior temperature of bud populations, i.e. the temperature required for 50% sprouting, increased with the number of nodes in the rhizome (from 1 to 9 nodes), suggesting a low temperature requirement in highly fragmented vegetative structures. The efficiency of carbohydrate use during early establishment of the weed varied with temperature and number of nodes in the rhizome: it was greater in one-node structures incubated at 20 °C. Estimated base water potential was -13 bars. Water availability affected the dynamics of sprout emergence from the soil: The thermal time required to reach maximum sprout emergence differed among the explored available soil water conditions in the range -0.33 to -12.8 bars. The relationship between thermal time required to reach 50% sprout emergence (base temperature= 8°C) and depth of vegetative structures in the soil was linear and positive up to 18 cm depth.

Key words. *Cynodon dactylon*; sprouting; sprout emergence; early establishment.

INTRODUCCIÓN

Cynodon dactylon (L.) Pers. es considerada una de las diez peores malezas del mundo (Holm *et*

al, 1977). Es una especie gramínea perenne que se reproduce tanto en forma sexual, a través de sus semillas provenientes de las delgadas espigas

¹Alumno regular de la Escuela de Graduados de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires y Profesor Titular, respectivamente; Cátedra de Cerealicultura, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Avda. San Martín 4453 (1417), Capital Federal, Argentina.

digitadas, como en forma asexual, a través de la brotación de las yemas presentes en los nudos de los rizomas y estolones. La estrategia vegetativa es la más importante vía de propagación en las áreas invadidas, ya que la producción de semillas viables es escasa (Holm *et al*, 1977; Lescano, 1982). Por otro lado, la propagación por medio de rizomas y estolones es considerada una de las principales causas por las que la especie resulta exitosa como maleza y es capaz de extenderse ampliamente (Hakansson, 1982).

Es fuertemente sensible a las heladas y en regiones templadas muestra un patrón cíclico de crecimiento. Durante el invierno, las yemas de los rizomas y estolones permanecen inactivas por las bajas temperaturas del suelo y el aire (Horowitz, 1972 a,b; Satorre y Arias, 1995). En la primavera temprana, con el progresivo incremento de las temperaturas, emergen los vástagos de rizomas y estolones y, así, se reinicia el período de crecimiento de la maleza. El establecimiento temprano a la salida del invierno ha sido mencionado como un período crítico para la supervivencia de las malezas en varias especies gramíneas perennes (Hakansson, 1982; Ghersa *et al*, 1990). Las reservas de carbohidratos provenientes de las estructuras vegetativas son usadas durante esta etapa para la producción de nuevos vástagos aéreos, provocando una importante disminución en la biomasa de la maleza y un período crucial para su perpetuación (Hakansson, 1982; Ghersa *et al*, 1990; Van Esso y Ghersa, 1993).

En el caso del gramón (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), existe información sobre la fisiología de la especie y su respuesta a diferentes condiciones en ambientes controlados (Adegbda y Mc Kell, 1966; Mc Bee; Hoalt, 1966; Schmid y Blaser, 1969; Koller *et al*, 1974) y semicontrolados (Horowitz, 1972a; Rizzo *et al*, 1995). Sin embargo, es escasa la información disponible sobre las bases ecofisiológicas del establecimiento de vástagos originados en rizomas o estolones.

La influencia de la temperatura sobre la tasa de brotación de yemas fue estudiada por Horowitz (1972a) y Koller *et al* (1974). Estos autores reportaron resultados de ensayos de laboratorio en los que expusieron fragmentos uninodales de rizomas

a un amplio rango de temperaturas de brotación entre 10 y 39°C. Si bien mostraron que la brotación aumentaba con la temperatura, no hicieron mención a parámetros relevantes del proceso. Sólo recientemente, Satorre *et al* (1996) identificaron la temperatura base de brotación a partir de estudios en condiciones controladas. Para ello, utilizaron fragmentos de estructuras vegetativas plurinodales en condiciones de adecuada disponibilidad hídrica.

Los estudios de brotación de estructuras en condiciones controladas aportan valiosa información sobre el rol de la temperatura en la brotación de la maleza. Sin embargo, hay evidencias indirectas de que otros factores internos y externos podrían regular el establecimiento del gramón. Es posible pensar que las estructuras en crecimiento a partir de los fragmentos vegetativos interactúen entre sí modificando la respuesta a la temperatura. En relación al comportamiento de estructuras uninodales, durante la brotación de yemas, el tamaño de las estructuras vegetativas (fragmentación) modificaría, entonces, la dinámica del establecimiento de los brotes.

También, en sistemas laboreados, la mayor parte de las yemas brotadas de gramón deben crecer a través del suelo para establecer vástagos vegetativos. La diferente estratificación de las estructuras vegetativas del gramón en el perfil del suelo durante el período de brotación y emergencia es, entonces, un factor que puede tener marcada influencia sobre el ritmo de establecimiento. La influencia del patrón de distribución de los rizomas en el suelo sobre la dinámica de establecimiento ha sido mencionada para el caso de otras especies perennes, por ejemplo en *Sorghum halepense*, pero no hay menciones semejantes para el caso del gramón (Van Esso, 1989; Ghersa *et al*, 1990; Vitta y Leguizamón, 1991). Asimismo, no hay información disponible sobre el efecto de la disponibilidad hídrica en la dinámica del establecimiento del gramón, donde períodos de déficit hídrico en el suelo pueden ser frecuentes en los estadios tempranos de los sistemas cultivados en los que el gramón aparece como una importante maleza (Hall *et al*, 1992; Damario y Pascale, 1988).

Como ya fuera mencionado, durante la brotación y crecimiento subterráneo de los brotes de la male-

za, los carbohidratos de reserva de las estructuras vegetativas son utilizados. Rizzo (1995) y Satorre *et al* (1996) estudiaron atributos importantes de la economía del carbono de estructuras rizomatosas y estoloníferas del gramón. Los resultados obtenidos apoyaban la idea de que el período de establecimiento temprano es una etapa crítica en el ciclo de la maleza, ya que, por ejemplo, la eficiencia en la transferencia de reservas a los nuevos vástagos no superó el 33% en la mejor situación. En este contexto, la etapa de establecimiento resulta clave para el manejo y control del gramón. El conocimiento detallado de las bases ecofisiológicas que regulan el establecimiento del gramón aparece como relevante para la formulación de modelos poblacionales que ayuden al diseño e implementación de estrategias de manejo más eficientes y eficaces. Numerosos estudios ponen de manifiesto el gran valor que tienen los modelos de predicción de los momentos fenológicos considerados críticos para la supervivencia de las poblaciones de malezas. Este tipo de modelos han sido desarrollados para otras especies de malezas perennes (Satorre y Ghersa, 1985; Ghersa *et al*, 1990; Vitta y Leguizamón, 1991). En el caso del gramón, en cambio, es escasa la información generada en este aspecto.

Un mayor conocimiento de los distintos aspectos que regulan el establecimiento de la maleza a través de estructuras vegetativas podría contribuir a mejorar el manejo del gramón. Por ello, en este trabajo se presentan sucintamente los resultados de cuatro ensayos conducidos en condiciones controladas y semi-controladas, destinados a evaluar el efecto de (i) el tamaño de fragmento, (ii) la temperatura, (iii) la profundidad de entierro y (iv) la disponibilidad hídrica, sobre la dinámica de brotación y emergencia de vástagos de estructuras vegetativas de gramón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento 1: Dinámica de brotación de yemas de *C. dactylon* a partir de fragmentos de distinto tamaño

Fragmentos de rizomas cosechados durante el invierno de un área densamente infestada de gramón, fueron lavados y clasificados según tamaño y cantidad de nudos. Fragmentos de cada uno de los cuatro tamaños de rizomas clasificados (1, 3, 6 y 9 nudos) fueron incubados a temperaturas de 8°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C y 30°C, con 15 repeticiones de cada combinación. Al

inicio del experimento y previo al acondicionamiento de los fragmentos en los recipientes plásticos, se tomó una muestra al azar de veinte rizomas de cada tamaño (1, 3, 6 y 9 nudos) colocándolos en estufa a 72°C durante 48 horas con el fin de conocer su peso seco inicial. Desde el inicio de los tratamientos, se efectuaron recuentos diarios de la brotación de yemas en la totalidad de las cajas, hasta no observarse brotación durante más de cinco días consecutivos. Al finalizar el recuento de brotación de yemas, se determinó el peso seco remanente en los rizomas iniciales, y el de los vástagos formados a partir de las yemas brotadas. La medición se efectuó luego de permanecer el material durante 48 horas en estufa a 72°C. Con esta información, se calculó la eficiencia en la transferencia de fotoasimilados en oscuridad a las nuevas estructuras generadas a partir de los fragmentos originales de rizomas, mediante la siguiente relación:

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{\text{PS de nuevos vástagos (g)} - \text{fotoasimilados respirados (g)}}{\text{PS de nuevos vástagos (g)}} \quad [1]$$

donde PS de nuevos vástagos era el peso seco de los nuevos vástagos producidos y fotoasimilados respirados (g) fue estimado como la diferencia entre el peso seco (PS) medio inicial de los rizomas y el peso seco medio remanente luego del período de incubación. Es decir:

$$\text{Fotoasimilados respirados (g)} = \text{PS inicial (g)} - \text{PS remanente (g)} \quad [2]$$

La cantidad de yemas brotadas acumuladas fue medida como variable respuesta de cada tratamiento. Posteriormente, se expresaron los datos en forma de porcentaje, tomando como el 100% de brotación a la cantidad final de yemas brotadas recontadas para cada uno de los diferentes tamaños de rizomas a la temperatura de 30°C. Los porcentajes máximos de brotación, luego de ser sometidos a transformaciones PROBIT, fueron utilizados para el cálculo de las temperaturas inferiores de cada población de rizomas (1, 3, 6 y 9 nudos). Se realizó una regresión lineal, para cada una de las clases de rizomas, relacionando el porcentaje (PROBIT) máximo de brotación en función de la temperatura de incubación. De este modo, se determinó la temperatura inferior como aquella bajo la cual brotó el 50% de la población de yemas.

Experimento 2: Dinámica de brotación de yemas de *C. dactylon* bajo distintas condiciones de potencial agua en el medio de incubación.

Rizomas de gramón fueron cosechados de un área no laboreada y densamente infestada durante la segunda semana de septiembre. Los rizomas, con tejidos en buen estado, se lavaron y posteriormente fueron fraccionados en unidades regulares de 1 nudo. Cinco fragmentos fueron colocados en cajas plásticas sobre doble papel de filtro y rociados, hasta impregnarlos completamente, con cuatro diferentes soluciones de agua destilada y polietilén glicol 6000. Las soluciones utilizadas fueron calibradas con el

fin de generar potenciales agua de, -1,1; -4,5; -6,9 y -12,8 bares.

Las cajas se cubrieron con plástico negro y fueron incubadas a una temperatura constante de 20°C durante 30 días. Todos los tratamientos, con 15 repeticiones para cada potencial, se establecieron simultáneamente. El experimento finalizó cuando ninguna yema brotada fue observada durante 7 días consecutivos. El número total de yemas brotadas fue determinado cada 48 horas. Las yemas se consideraron brotadas cuando su longitud superaba los 3 mm y nuevos tejidos eran visualizados. El número de yemas brotadas fue expresado relativo al total de nudos incubados en cada repetición. El ajuste bilineal de los datos en cada tratamiento permitió comparar la tasa de brotación y el tiempo transcurrido hasta alcanzar el porcentaje máximo de brotación.

A partir de la relación entre la brotación de yemas (%) y el tiempo de incubación (h), fue obtenido el número de horas requerido para alcanzar diferentes porcentajes de brotación (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100%) para cada uno de los tratamientos. La inversa del tiempo (horas) que transcurrió hasta la brotación de las diferentes fracciones de la población de yemas (tasa de brotación) fue graficada en función del potencial hídrico de incubación. El potencial hídrico base de cada fracción fue determinado como aquel potencial en el cual la tasa de brotación alcanzó un valor igual a cero, extrapolando a partir de la relación lineal entre la tasa de brotación y el potencial hídrico de incubación. El tiempo hídrico requerido para alcanzar el 50% de brotación de yemas se estimó como la inversa de la pendiente de dicha regresión lineal.

Experimento 3: Dinámica de emergencia de vástagos de *C. dactylon* en suelos con distinto contenido hídrico, a partir de la brotación de fragmentos rizomatosos de 3 nudos enterrados en macetas a 2,5 cm

Rizomas de gramón fueron cosechados de un área no laboreada y densamente infestada durante la segunda semana de septiembre. Los rizomas fueron lavados y posteriormente fraccionados en unidades regulares de 3 nudos. Dos fragmentos se enterraron a 2,5 cm en tierra tamizada dentro de recipientes plásticos, con cuatro diferentes contenidos de agua correspondientes a cuatro potenciales hídricos, -0,33, -5, y -8 y bares. Recuentos cada 48 horas de vástagos emergidos y controles cada 72 horas del contenido hídrico fueron efectuados durante los 36 días del experimento.

Las variables analizadas para la caracterización de la dinámica de emergencia fueron las siguientes: momento de inicio de la emergencia, tasa de emergencia, número final de vástagos emergidos y tiempo necesario para lograr el porcentaje máximo de emergencia. El número

de vástagos emergidos fue expresado relativo al total de nudos enterrados en cada repetición. Un ajuste trilineal permitió contrastar el inicio, el ritmo de emergencia y el tiempo transcurrido hasta alcanzar el porcentaje máximo de emergencia entre los diferentes tratamientos.

Experimento 4: Dinámica de emergencia de vástagos de *C. dactylon* a partir de la brotación de fragmentos rizomatosos enterrados a diferentes profundidades en una parcela de campo

La evaluación de la relación existente entre la emergencia de vástagos, provenientes de rizomas ubicados en estratos diferentes del perfil de un suelo, y la temperatura; fue realizada bajo condiciones de campo en un área libre de gramón de la unidad experimental de la FAUBA. Fragmentos de rizomas de gramón de tres nudos fueron enterrados a cinco profundidades (1, 6, 12, 18 y 24 cm) en un diseño en bloques completos al azar con doce repeticiones.

Recuentos periódicos de vástagos emergidos fueron efectuados en cada una de las unidades experimentales de los distintos tratamientos. El número de vástagos emergidos se relacionó con los días desde plantación y con el tiempo térmico acumulado estimado a partir del valor de temperatura base de brotación calculado en estudios anteriores (Satorre *et al.*, 1996).

RESULTADOS

Experimento 1

*Dinámica de brotación de yemas de *C. dactylon* a partir de fragmentos de distinto tamaño.*

El porcentaje final de brotación de todos los tipos de estructuras vegetativas ensayadas fue menor a 8°C y máximo a partir de los 25°C ($P < 0,001$). Sin embargo, las diferencias entre los tipos de estructura fueron mayores a 8 que a 30 °C; a 8 °C el porcentaje de brotación de las estructuras mas fragmentadas (1 nudo) fue significativamente mayor que el de las estructuras de mayor número de nudos (Figura 1). Similarmente, la temperatura inferior de las poblaciones de yemas de rizomas de gramón aumentó con el tamaño del fragmento, desde 12,8°C hasta 15,4°C para segmentos de uno y nueve nudos, respectivamente. Es decir, con el aumento de tamaño de las estructuras se observó un aumento de los requerimientos de temperatura necesaria para lograr 50% de brotación de yemas.

Eficiencia de transferencia de fotoasimilados durante el crecimiento de vástagos en condiciones de oscuridad

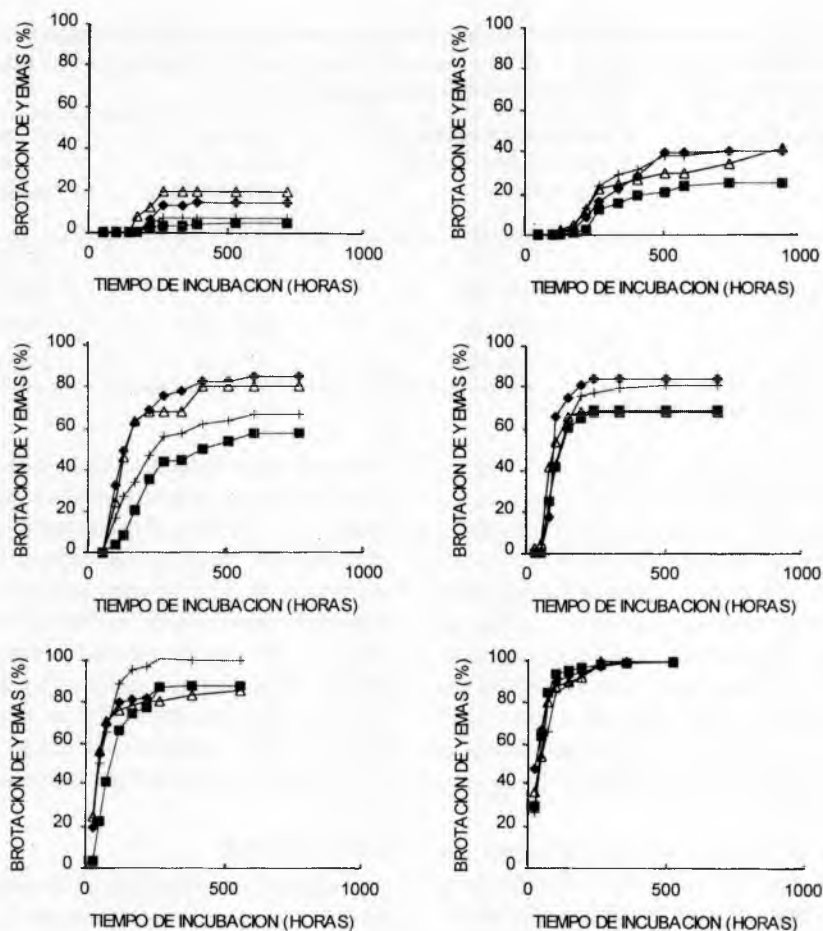


Figura 1. Dinámica de brotación de yemas de gramón provenientes de estructuras de distinto tamaño e incubadas a seis temperaturas. El porcentaje de yemas brotadas se expresa en forma relativa al máximo n° observado a la temperatura de 30°C. ▲ 1 nudo, ◆ 3 nudos, + 6 nudos y ■ 9 nudos. Las temperaturas son (de arriba hacia abajo e izquierda a derecha: 8°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C y 30°C).

A pesar que el aumento de la temperatura tuvo un efecto promotor en la transferencia de fotoasimilados y el consecuente crecimiento de vástagos, la eficiencia de transferencia de fotoasimilados fue mayor a temperaturas cercanas a los 20°C y menor a temperaturas de incubación superiores e inferiores a esta. La máxima eficiencia de transferencia se observó sobre los rizomas de 3 nudos incubados a 20°C. Este resultado coincidió con el de estudios recientes (Rizzo, 1995) referidos a la eficiencia en el uso de reservas para la formación de nuevos brotes bajo diferentes temperaturas de incubación. Estos estudios mostraron, también, que las mayores

eficiencias se encontraban a temperaturas cercanas a los 20°C. Además, en el rango de temperaturas exploradas por Rizzo (1995), las eficiencias en la transferencia de fotoasimilados resultaron ser bajas (menores al 44%).

Experimento 2

Dinámica de brotación de yemas de C. dactylon bajo distintas condiciones de potencial agua en el medio de incubación.

El número final de yemas brotadas, relativo a la cantidad de nudos incubados, no difirió significativamente entre los tratamientos de -1,1; -

Cuadro N° 1: Efecto de la disponibilidad hídrica sobre el tiempo (días) para alcanzar el % máximo de brotación, la tasa de brotación de yemas (%/día a 20°C) y sobre el % máximo de brotación. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre potenciales agua.

Potencial agua (bares)	Tiempo para alcanzar el % máximo de brotación (días)	Tasa de brotación (% brotación/día a 20°C)	(%) máximo de brotación *
-1,1	8,80 (a)	10,94 (a)	80,44 (a)
-4,5	11,81 (b)	8,80 (a)	88,95 (a)
-6,9	14,42 (c)	6,15 (b)	77,55 (a)
-12,8	20,15 (d)	1,55 (c)	24,33 (b)

*relativo al número de nudos visibles incubados

4,5 y -6,9 bares; mientras que resultó inferior ($P < 0,0002$) en el tratamiento de -12,8 bares (Cuadro N° 1). El inicio de la brotación no difirió entre los potenciales agua superiores (-1,1; -4,5 y -6,9 bares); siendo, en cambio, más tardío ($P = 0,0001$) en la población de rizomas incubada a -12,8 bares. Con potenciales hídricos de -12,8 bares transcurrieron más de 18 días hasta la aparición de los primeros vástagos, mientras que bajo potenciales de -1,1; -4,5 y -6,9 bares el tiempo requerido hasta la emergencia de los primeros vástagos fue de solo 5 días (Figura 2).

El potencial hídrico base de brotación del gramón varió según el porcentaje incluido de la población de yemas. Fracciones de la población de un 10 y un 20% compartieron un potencial base cercano a -17 bares. Es decir, hasta un 20% de las

yemas en estructuras de 1 nudo brotarían, aunque muy lentamente, aún expuestas a potenciales agua inferiores a -17 bares. Sin embargo, los resultados evidenciaron que el potencial base de fracciones superiores al 20% resultó cercano a los -13,5 bares. El potencial hídrico inferior, es decir aquel potencial por debajo del cual brotó el 50% de la población de yemas fue de -11 bares. De esta forma, se esperaría que el 50% de las yemas broten luego de estar expuestas por tiempo suficiente a 20°C sobre sustratos con un potencial agua de -11 bares.

Experimento 3

Dinámica de emergencia de vástagos de C. dactylon a partir de la brotación de fragmentos rizomatosos enterrados a diferentes profundidades en una parcela de campo

La profundidad de ubicación de los rizomas afectó el ritmo de emergencia de los vástagos de gramón. Las estructuras enterradas más profundamente demoraron la emergencia de sus vástagos respecto de las distribuidas superficialmente en el suelo (Figura 3a). Por otra parte, las poblaciones de vástagos de fragmentos ubicados a 1 y 6 cm presentaron claramente dos flujos de emergencia.

La relación entre el tiempo térmico acumulado ($T_b = 8^\circ\text{C}$) necesario para alcanzar el 50% de emergencia de vástagos y la profundidad de entierro, resultó lineal y positiva hasta los 18 cm de profundidad (Figura 3b).

Experimento 4

Dinámica de emergencia de vástagos de C.

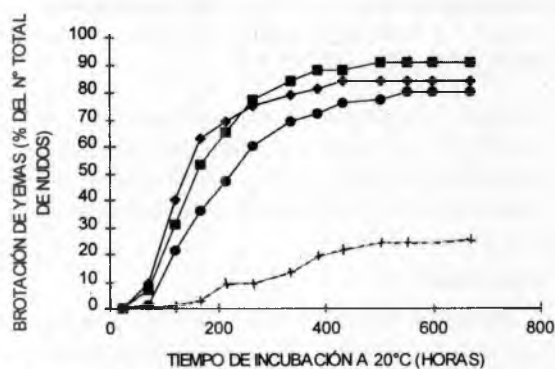


Figura 2. Dinámica de brotación de yemas de *C. dactylon* provenientes de estructuras de 1 nudo incubadas a 20°C y en soluciones a cuatro potenciales agua: ◆ -1,1, ■ -4,5, ● -6,9 y + -12,8 bares).

Cuadro N° 2. Efecto de la disponibilidad hídrica sobre el tiempo (días) para alcanzar el % máximo de emergencia, la tasa de emergencia de vástagos (%/día a 20°C) y sobre el % máximo de emergencia. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre potenciales agua.

Potencial agua (bares)	Tiempo para alcanzar el % máximo de emergencia (días)	Tasa de emergencia (% emergencia/día a 20°C)	% máximo de emergencia *
-0,33	15,72 (a)	5,42 (a)	36,11 (a)
-5	17,34 (b)	5,37 (ab)	44,44 (a)
-8	19,28 (c)	4,17 (b)	44,44 (a)

* relativo al número de nudos visibles incubados.

dactylon a partir de la brotación de fragmentos rizomatosos de 3 nudos enterrados en macetas a 2,5 cm

Valores de disponibilidad hídrica del suelo superiores a -5 bares no redujeron el inicio del proceso de emergencia, el ritmo de emergencia de vástagos ni la densidad final de los mismos. Sin embargo la exposición de los fragmentos en suelo con un potencial hídrico de -8 bares disminuyó la tasa de emergencia pero no el inicio de la aparición ni la densidad final de las estructuras de la maleza (Cuadro N° 2). De esta manera, el tiempo transcurrido para completar la emergencia difirió entre todos los tratamientos.

DISCUSIÓN

Los conceptos de tiempo térmico y temperatura base de brotación han sido aplicados exitosamente a la descripción del comportamiento de semillas durante la germinación. En estos casos, la respuesta es descripta sobre poblaciones de estructuras independientes (semillas). Resultados anteriores (Satorre *et al*, 1995) sugirieron que la obtención de parámetros semejantes para describir estos procesos podrían mostrar gran variabilidad en el caso de estructuras vegetativas de gramón. La naturaleza de esa variabilidad puede ser explicada a través de los resultados del experimento I, los que evidenciaron que la brotación de yemas de fragmentos uninodales de rizomas de gramón en ausencia de stress hídrico respondió sólo a la temperatura, en

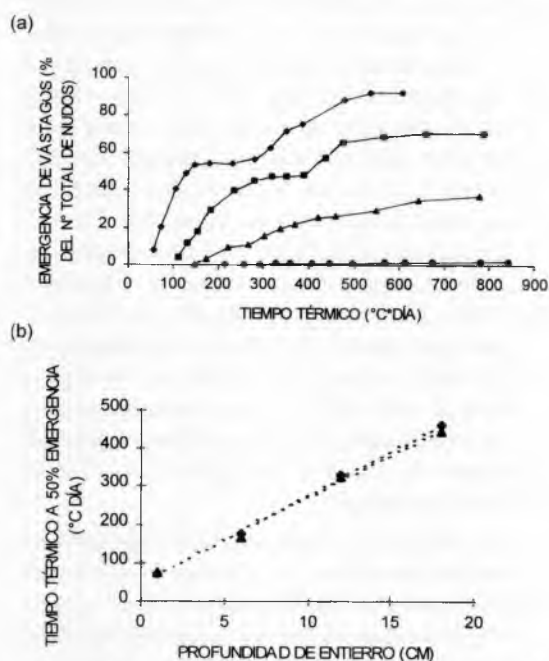


Figura 3. (a) Dinámica de emergencia de vástagos de gramón provenientes de rizomas de tres nudos enterrados a diferentes profundidades: \blacklozenge 1 cm, \blacksquare 6 cm, \blacktriangle 12 cm y \bullet 18 cm (los datos provienen del promedio de las doce repeticiones por tratamiento). (b) Relación entre el tiempo térmico (\blacklozenge calculado en base a los registros diarios de temperatura del suelo y \blacktriangle calculado en base a los registros diarios de temperatura del aire) necesario para alcanzar el 50% de emergencia de vástagos de gramón y la profundidad de entierro de estructuras rizomatosas. Las regresiones ajustadas son ----- $y = 45,96 + 23,0 \cdot \text{prof. (cm)}$, $r^2 = 0,998$; y, ----- $y = 46,73 + 22,36 \cdot \text{prof. (cm)}$, $r^2 = 0,997$.

tanto que la brotación de estructuras plurinodales de gramón fue afectada también por la actividad de las restantes yemas del fragmento. La interacción entre la temperatura y el tamaño de fragmento puesta de manifiesto en este trabajo determinaría comportamientos diferenciales en la brotación de poblaciones de gramón en ambientes no perturbados y perturbados por laboreo mecánico del suelo.

La temperatura aparece como un factor importante no sólo en la regulación de la dinámica de brotación de yemas de rizomas de gramón en condiciones de laboratorio (experimento 1), sino también en la regulación de la dinámica de emergencia de los vástagos durante la primavera bajo condiciones semicontroladas a campo (experimento 4). La dinámica de emergencia de vástagos fue descrita satisfactoriamente en relación al tiempo térmico acumulado, calculado tanto a partir de la temperatura media del suelo en la posición de cada uno de los tratamientos, como también a partir de la temperatura media del aire (Figura 3b). El tiempo térmico requerido para alcanzar el 50% de emergencia, a partir de una población de rizomas enterrados a 15 cm de profundidad y en condiciones semicontroladas de campo (experimento 4), resultó muy semejante al requerido por otra población de rizomas estratificada predominantemente a 15 cm de profundidad y en condiciones naturales de campo (Satorre *et al.*, 1996; 380°C día y 386°C día, respectivamente).

Por otra parte, y al igual que el tiempo térmico y la temperatura base, los conceptos de tiempo hídrico y potencial agua base de brotación han sido aplicados satisfactoriamente a la descripción de la respuesta de la germinación de semillas (Bradford, 1995). Sin embargo, en el caso de estructuras vegetativas, los resultados presentados aquí constituyen las primeras menciones acerca de su utilización en la descripción de la dinámica de brotación de yemas y la estimación de parámetros poblacionales relevantes del proceso. El potencial hídrico base de brotación de yemas resultó ser cercano a los -13 bares para fracciones superiores al 30% de la población. Sin embargo, a pesar del bajo potencial base de brotación, la disponibilidad hídrica resultó ser un factor importante en la regulación de la dinámica de brotación. El ritmo de brotación se

redujo con potenciales hídricos inferiores a -4,5 bares, mientras que el tiempo necesario para alcanzar el porcentaje máximo de brotación aumentó con la disminución del potencial hídrico en todo el rango de potenciales explorado. Por otra parte, el momento de inicio del proceso de brotación se retrasó solo con el potencial más bajo (-12,8 bares). De la misma manera, la densidad final de yemas brotadas se redujo solo con potenciales inferiores a -12,8 bares; no superando el 50% de brotación con potenciales inferiores a -11 bares. Estos resultados sugieren, entonces, la necesidad de incluir el estado hídrico del suelo en los modelos de predicción del establecimiento de la maleza. Un retraso de 12 días para completar la brotación de yemas, como el que fue evidenciado en el experimento 3 entre una situación hídrica de -1,1 bares y -12,8 bares, tendría marcada influencia sobre el diseño de estrategias de manejo o control sustentadas en estos aspectos de la biología de la maleza. Por ejemplo, aumentaría la habilidad competitiva del cultivo durante un estadio del ciclo de vida de la maleza decisivo en su capacidad de perpetuación.

La disponibilidad hídrica fue un factor importante no sólo en la regulación de la dinámica de brotación de yemas, sino también en la dinámica de emergencia de los vástagos provenientes de estructuras vegetativas enterradas a 2,5 cm. Los resultados del experimento 3 mostraron que la dinámica de emergencia de vástagos fue afectada, si bien con menores diferencias entre los tratamientos, de similar modo que la dinámica de brotación. Las menores diferencias observadas, mostrarían la mayor sensibilidad a la disponibilidad hídrica del proceso de brotación que el del crecimiento subsuperficial de los vástagos.

La baja eficiencia de transferencia de los carbohidratos de reserva hacia las estructuras en crecimiento, en un amplio rango de temperaturas y disponibilidades hídricas, fue evidenciada en los experimentos 1, 3 y 5 y en estudios anteriores (Rizzo, 1995). Solo en un tratamiento de un total de 45 analizados, se ha registrado un valor de eficiencia llamativamente alto (67%; Rizzo, 1998). Por otra parte, estudios anteriores (Guglielmini, 1996) han mostrado una fuerte dominancia de la fracción aérea en la partición de la biomasa durante el

establecimiento temprano de *C. dactylon*. Estos resultados sugieren, entonces, que el establecimiento temprano de la maleza a la salida del invierno estaría relacionado a un período crítico para la supervivencia de poblaciones de gramón en condiciones de campo. La alta relación biomasa aérea/biomasa subterránea en un período de fuerte dominancia de la fracción aérea como principal destino de los fotoasimilados y una pobre eficiencia en la translocación de los carbohidratos de reserva desde los rizomas formados en el último

año hacia los nuevos vástagos durante su crecimiento subterráneo, son condiciones que favorecerían la mayor eficiencia y eficacia de los controles poblacionales de la maleza durante su establecimiento primaveral. Ensayos en lotes de producción de girasol (Satorre *et al*, 1997) mostraron que los controles tempranos, aplicados entre 134 y 310 unidades térmicas acumuladas, fueron los más eficaces en la reducción de la frecuencia de áreas infestadas y en la biomasa total de gramón dentro de las áreas infestadas.

BIBLIOGRAFÍA

- ADEGBDA A.A and C. MC KELL (1966) Effect of nitrogen fertilization on the carbohydrate content of coastal bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). *Agron. J.* 58, 606-4.
- BRADFORD K.L. (1995) Water Relations in Seed Germination. In (Kigel j and Galili G Eds.) *Seed development and germination*. Marcel Dekker Inc., New York.
- DAMARIO E.A. and A.J. PASCALE (1988) Características agroclimáticas de la Región Pampeana Argentina. *Rev. Fac. Agr. (Bs.As.)* 9 (1-2): 41-64.
- GHERSA C.M. and J.S. HOLT (1995) Using phenology prediction in weed management: a review. *Weed Research* 35, 461-470.
- GHERSA C.M, E.H. SATORRE, M.L. VAN ESSO, A. PATARO and R. ELIZAGARAY (1990) The use of thermal calendar models to improve the efficiency of herbicide applications in *Sorghum halepense* (L.) Pers.. *Weed Research* 30, 153-160.
- GROVES R.H. (1985) The Physiology of Grassy Weeds in Tropical Agriculture. In (Baker FWG & Terry PJ-Eds.) *Tropical Grassy Weeds*, pág. 39-51.
- HAKANSSON S (1982) Multiplication, growth and persistence of perennial weeds. In: *Biology and ecology of weeds*. (Holzner., W. and Numata N. eds.), pág. 123-134. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- HALL A.J, C.M. REBELLA, C.M. GHERSA and P.H. CULOT (1992) Field Crop Systems of the Pampas. Pierson, C.J. (ed.). *Field Crop Ecosystems*. Un volumen de *Ecosystems of the world*, publicado en Elsevier, pp 413-450.
- HOLM L, D.L. PLUCKNETT, J.V. PANTO and J.P. HERBERGER (1977) *A geographical Atlas of world weeds*. John Wiley and Sons, New York.
- HOROWITZ M. (1972a) Development of *Cynodon dactylon* (L.) Pers.. *Weed Research* 12, 207-220.
- HOROWITZ M. (1972b) Spatial Growth of *Cynodon dactylon* (L.) Pers.. *Weed Research* 12, 373-383.
- KOLLER D, J. KIGEL, M. OFIR, I. NIR, S. OVADIA and I. JAZMAWIE (1974). 3. *Cynodon dactylon*. In: *Environmental control of weed physiology*, pp 163-208. USDA Final report PL 480, Project number: A10-CR-80, Grant number: FG-Is-277. The Hebrew University of Jerusalem, Israel.
- LEGUIZAMON E. (1996) Bioecología de malezas perennes. Funciones de pérdida. *Programa de Capacitación para Profesionales, Estación Experimental Agropecuaria General Villegas*, 6 y 7 de mayo de 1996.
- LESCANO M.C. y E. FRUTOS (1982) Bioecología del gramón. II. Influencia de los factores climáticos sobre el crecimiento aéreo y subterráneo. *IX Reunión de ASAM*. Tomo I: 35-51.
- LESCANO M.C. (1982) Bioecología del gramón (*Cynodon* spp.). I Estudios de crecimiento. *IX Reunión de ASAM*. Tomo I: 23-34.
- MC BEE C.G and E.C. HOLT (1966) Shade tolerance studies in bermudagrass and other turfgrasses. *Agron. J.* 58, 523-525.
- MITICH L.W. (1989) Bermudagrass. *Weed Technology* 3, 433-35.

- **RIZZO F.A.** (1995) Efecto de la temperatura y la profundidad de entierro sobre la brotación y crecimiento temprano de estructuras vegetativas de gramón (*Cynodon dactylon* (L.) Pers). *Trabajo de intensificación, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires*, 43 páginas.
- **RIZZO F.A.** (1998). Bases ecofisiológicas del establecimiento de gramón (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) a partir de estructuras vegetativas. Informe final de actividades, Beca de iniciación graduados UBA, 80 pp.
- **RIZZO F.A, E.H. SATORRE and S.P. ARIAS** (1995) Brotación y emergencia de vástagos de gramón (*Cynodon dactylon*). Efecto de la temperatura y la profundidad de entierro. *Libro de resúmenes del XII Congreso Latinoamericano de Malezas*, Uruguay, pág 29.
- **SARANDON R** (1989) Biología Poblacional del gramón: 1. Variabilidad morfológica y ambiente. *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de La Plata*. 64: 47-58.
- **SATORRE E.H and S.P. ARIAS** (1995) Brotación y emergencia de vástagos de gramón (*Cynodon dactylon*). Un modelo de predicción de la emergencia de vástagos a campo. *Libro de resúmenes del XII Congreso Latinoamericano de Malezas*, Uruguay, pág. 30.
- **SATORRE E.H, G. DUARTE, M. BOSCH y F. MORRONE** (1996) Bases ecológicas y control poblacional de gramón (*Cynodon dactylon*) en cultivos de girasol (*Helianthus annuus*). *Libro de resúmenes del XIII Congreso Latinoamericano de Malezas*, Bs. As, pág 163.
- **SATORRE E.H, F.A. RIZZO and S.P. ARIAS** (1996) The effect of temperature on early establishment of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Weed Research* 36, 431-440.
- **SCHMIDT R.E. and BLASER R.E.** (1969) Effect of temperature, light and nitrogen on growth and metabolism of "tifgreen" bermudagrass (*Cynodon* spp.). *Crop. Sci.* 9, 5-9.
- **VAN ESSO M.L. & GHERSA C.M.** (1993) Improving johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in soybean and sunflower cropping systems. *Weed Science* 41, 107-113.
- **VAN ESSO M.L.** (1989) Utilización de modelos poblacionales para el control del sorgo de alepo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) en sistemas de cultivo. *Tesis de Magister Scientiae, Universidad de Buenos Aires*, 83 páginas.
- **VITTA J.I. and E.S. LEGUIZAMON** (1991) Dynamics and control of *Sorghum halepense* (L.) Pers. shoot populations: a test of a thermal calendar model. *Weed Research* 31, 73-9.